

Avaliação da qualidade da água da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Seringal Triunfo, Rio Araguari, Ferreira Gomes-ap-Brasil

Erineide Silva e Silva¹, Júlio César Sá de Oliveira²

1. Bióloga, Estagiária do Laboratório de Ictiologia e Limnologia (UNIFAP), Brasil. E-mail: erineidessilva@hotmail.com

2. Doutor em Ecologia Aquática e Pesca (Universidade Federal do Pará), Professor Adjunto III da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Ictiologia e Limnologia, Núcleos de Estudos em Pesca e Aquicultura (NEPA), Brasil. E-mail: juliosa@unifap.br

RESUMO: O presente estudo teve como verificar a qualidade da água de um trecho do rio Araguari na área da RPPN Seringal Triunfo através da análise de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos exigidos em legislação, aplicando-se um índice de qualidade da água (IQA). As amostras foram realizadas em oito pontos de monitoramento com coletas realizadas em dois períodos sazonais (seca e cheia), sendo o mês de dezembro de 2012 representando o período seco e o mês de junho de 2013 representando o período de cheia. Os parâmetros selecionados para a formulação do índice foram: temperatura da água, pH, turbidez, coliformes termotolerantes, DBO, OD, nitrato, fosfato e sólidos totais. Os dados obtidos foram confrontados com os limites definidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Os padrões de qualidade da água foram levemente superiores no período seco em relação ao período de cheia. Através da aplicação do teste ANOVA observou-se que houve diferença significativa entre os oito pontos para a maioria dos parâmetros analisados nos dois períodos estudados. O IQA apresentou nível de qualidade entre Bom e Médio durante os períodos. O teste *t* mostrou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) de IQA entre o período de cheia e seca. De forma geral a qualidade da água superficial da RPPN Seringal Triunfo foi considerada com o nível de qualidade 'média' estando os parâmetros estudados, em sua maioria, dentro dos permitidos pela legislação para águas de classe 2.

Palavras-chave: Rio Araguari, qualidade da água, Reserva Particular, Ferreira Gomes.

Evaluation of water quality of Private Reserve Natural Heritage (PRNH) Seringal Triunfo, Araguari River, Gomes Ferreira-AP-Brazil

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the water quality of the Private Reserve of Natural Seringal Triumph. The evaluation was done by calculating the Water Quality Index (IQA) from data obtained in eight monitoring points with samples collected in two distinct periods: the month of December 2012 representing the dry season and the month of June 2013 representing the full period. The methodology selected IQA (NSF) is the index most widely adopted within the Brazilian states. The selected parameters for the formulation of the index were: water temperature, pH, turbidity, fecal coliform, BOD, DO, nitrate, phosphate and total solids. The data obtained were compared with the limits defined by CONAMA Resolution 357/2005. Standards of water quality were slightly higher in the dry season compared to the rainy season. Through the application of ANOVA showed that there was a significant difference between the eight points for most of the parameters analyzed in the two periods studied ($p < 0,05$). The IQA presented quality level between Good/Medium during periods. The *t*-test showed a significant difference ($p < 0.05$) between the IQA period of flood and drought. In general, the surface water quality of the RPPN Seringal Triumph was considered with the quality level of 'medium' parameters being studied within the most allowed by law for water grade 2. This study makes clear that the occupation of a bowl without environmental criteria can considerably compromise the quality of surface waters.

Keywords: Araguari River, water quality, private reserve, Ferreira Gomes.

1. Introdução

Unidade de conservação é o espaço territorial, com seus recursos ambientais, assim como suas águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituída pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Dentre as unidades de conservação, as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) são áreas privadas, gravadas com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica (CF, art. 2º, I, da Lei 9.985/2000).

Dentre as vantagens ambientais que as áreas de conservação podem oferecer ao ambiente têm-se como as mais relevantes a captação e drenagem das chuvas,

a disponibilização de água potável, a estabilização e manutenção do solo e a manutenção do clima (MOULTON, 1999).

É importante destacar que as atuais estratégias de conservação do meio ambiente foram desenvolvidas com enfoque em ecossistemas terrestres, negligenciando de forma direta os corpos hídricos, os quais têm sido protegidos apenas de forma incidental, quando inseridos parcialmente dentro de reservas terrestres (IBASE, 2006) ou têm sido objeto de conservação para fornecimento de água potável. Esta constatação demonstra a importância da existência das unidades de conservação tanto na manutenção da biodiversidade terrestre e aquática quanto na manutenção dos mananciais aquáticos e da qualidade de suas águas. Lembrando que os rios são destinatários das águas e

e resíduos das paisagens adjacentes, atuando como integradores das interações terra-água. Assim, as condições quali-quantitativas da água não são apenas indicativos da saúde dos ecossistemas em si, mas também das paisagens circundantes (ZHOU et al., 2012).

No Brasil, com o intuito de proteger as reservas de águas superficiais e subterrâneas de cada região do território nacional, bem como regulamentar a gestão e estabelecer o controle de qualidade dos sistemas hídricos foi implantada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) pela Lei Nº 9433 de 1997, desenvolvida como ação política e administrativa, fundamentada em estudos sobre riscos químicos à saúde pública e ambiental, que favorecem o aperfeiçoamento da legislação e indicam a prática da gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997) e pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº 357/2005, que classifica e enquadra os corpos d'água e indicam a obrigatoriedade de monitoramento dessas águas (BRASIL, 2005).

A legislação pertinente (Resolução nº 357/2005-CONAMA) exige que sejam realizados monitoramentos regulares da qualidade das águas em todos os mananciais de aquáticos nacionais. Entretanto, as dificuldades impostas pela grande extensão geográfica do país e pela reduzida quantidade de recursos humanos qualificados para estes tipos de monitoramentos, a avaliação da qualidade da água em mananciais em todo o território nacional tornou-se uma tarefa difícil e precária.

No estado do Amapá, a RPPN Seringal Triunfo é uma das poucas unidades de conservação particulares existente nesta unidade federativa do Brasil. Nesta unidade de conservação, localizada no médio rio Araguari, está implantada a UHE Coaracy Nunes e estão sendo edificadas duas novas hidrelétricas (UHE Ferrerira Gomes e UHE Cachoeira Caldeirão), fato que pode estar gerando impactos nas águas do rio Araguari que margeiam a RPPN Seringal Triunfo. Devido à sua extensão, que percorre dois municípios (Ferreira Gomes e Porto Grande), esta RPPN tem grande significado na manutenção da qualidade do rio Araguari e suas águas devem ser objeto de estudos de análises físico-química e microbiológica, com objetivos claros de atender ao dispositivo legal e informar as populações humanas que vivem e consomem estas águas sobre sua qualidade (Sá-Oliveira et al, 2013).

Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar a qualidade da água de um trecho do rio Araguari na área da RPPN Seringal Triunfo através da análise de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos exigidos em legislação, aplicando-se um índice de qualidade da água (IQA).

2. Material e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo compreende a Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo, a qual foi criada em 10 de julho de 1998 pela Portaria nº 89-N IBAMA. Está localizada na margem esquerda do Rio Araguari, em Ferreira Gomes, possuindo uma área de 9.996,16 ha, constituindo a maior reserva particular do estado (DRUMMOND, 2006).

O clima na área de estudo é caracterizado por temperatura elevada com médias anuais em torno de 28°C. As menores temperaturas ocorrem nos meses de junho e julho (22°C) e as maiores nos meses de setembro a novembro (30°C). A média de precipitação pluviométrica é de 2.700 mm, sendo o período mais chuvoso de dezembro a julho. A umidade relativa é alta, com médias de 85% (INMET, 2012).

A vegetação é constituída de floresta densa de terra firme, floresta densa aluvial e campos cerrados. O terreno predominantemente é plano e boa parte do mesmo está sujeito às inundações periódicas do Rio Araguari. Em função de sua considerável extensão territorial, a reserva abrange lagos, igarapés, corredeiras e ilhas, além da própria influência do Rio Araguari (DRUMMOND, 2006). A figura 1 mostra o mapa da RPPN Seringal Triunfo e os pontos amostrais monitorados durante o estudo.

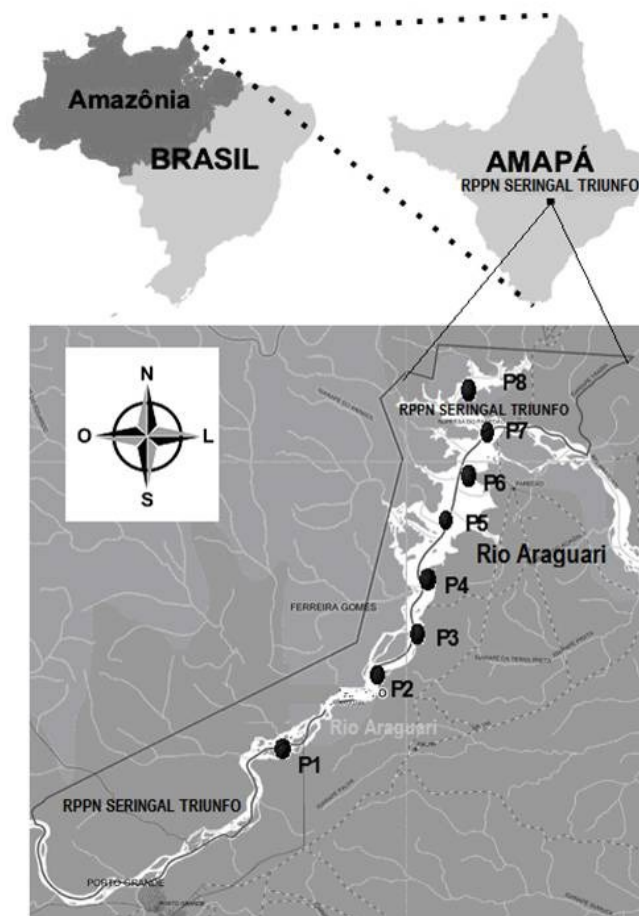


Figura 1. Reserva Particular de Patrimônio Natural Seringal Triunfo e Pontos de Amostragem. Fonte: SEMA.

Para este trabalho foram determinados oito pontos de coleta distribuídos. Os pontos foram determinados considerando as características físicas da área total sob as coordenadas geográficas representadas no Quadro 1.

Quadro 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta.

Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas	
P1	N 00° 48.998'	W 051° 17.814'
P2	N 00° 52.649'	W 051° 17.613'
P3	N 00° 51.877'	W 051° 17.272'
P4	N 00° 52.609'	W 051° 17.002'
P5	N 00° 54.584'	W 051° 16.438'
P6	N 00° 55.273'	W 051° 16.807'
P7	N 00° 53.925'	W 051° 15.281'
P8	N 00° 53.541'	W 051° 12.780'

Metodologia

As coletas de água (até 20 cm da coluna d'água) foram realizadas em dois períodos distintos: no mês de dezembro 2012 representando o período seco e no mês de junho 2013 representando o período de cheia. As variáveis Temperatura (°C) e Oxigênio Dissolvido (mgL⁻¹) foram medidas "in situ", utilizando-se um aparelho Multiparâmetro (YSI modelo 80) de acordo com Standard Methods (APHA et al., 2005). Para quantificar amostras de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram coletadas amostras de água em frascos de vidro (250 mL), e para os demais parâmetros foram utilizadas garrafas de polietileno de capacidade de 2.000 mL. As amostras foram etiquetadas e identificadas por ponto de coleta e foram acondicionadas em uma caixa térmica, preenchida com gelo a fim de ser preservada uma temperatura em torno de 5°C a 10°C procurando preservar ao máximo os parâmetros que serviram como indicadores para a qualidade da água.

A Demanda Bioquímica do Oxigênio foi determinada pelo método de Winkler modificado (Incubação), conforme descrito no APHA et al. (2005), cujo princípio consiste em medir por titulação com tiosulfato de sódio, o OD inicial e o OD ao final de 5 dias de incubação a 20 °C.

Para os Sólidos Totais utilizou-se o método gravimétrico na determinação deste parâmetro descrito no APHA et al. (2005). O Fósforo foi quantificado utilizando o método do ácido ascórbico e o Nitrato pelo método do N-(1-naftil)-etilenodiamina (NTD) ambos segundo Standard Methods (APHA et al., 2005), utilizando-se um Espectrofotômetro U. V. modelo GENESYS 10S UV-Vis da marca Thermo Scientific e

expressos em mgL⁻¹. Para avaliação da quantidade de sólidos totais, fósforo e nitrato foram feitas triplicatas.

Os Coliformes Termotolerantes foram quantificados utilizando-se a técnica de membrana filtrante de acordo com o Standard Methods (APHA et al., 2005). A determinação da Turbidez foi realizada utilizando-se um turbidímetro modelo PLUS, fabricado pela Alfa Kit através do método nefelométrico de acordo com o Standard Methods (APHA et al., 2005), sendo os resultados expressos em unidades nefelométricas de turbidez (Nephelometric Turbidity Units – UNT).

Análise de Dados

Foram realizadas análises estatísticas descritivas e inferenciais. Para verificação da diferenças espaciais e sazonais, utilizou-se a análise de variância bifatorial (ANOVA), com 5% de significância. Para realização destes testes foram verificadas a normalidade (Shapiro-Wilk) homocedasticidade (Bartlett) dos dados.

Para a caracterização da qualidade da água foi aplicado o Índice de Qualidade de Água – IQA/NSF (National Sanitation Foundation), com o auxílio do programa Excel. Este índice utiliza os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicos: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fósforo, temperatura da água, turbidez e sólidos totais (SEMAD, 2005). O índice é calculado pelo produtório ponderado da qualidade de água correspondente aos parâmetros conforme a equação:

$$IQA = \prod_{(q, i=0)}^{*}(qi)^{wi}$$

Onde:

IQA=Índice de qualidade da água, variando de 0 a 100.

qi=qualidade individual (sub-índice de qualidade) do i-ésimo parâmetro, um valor entre 0 e 100 obtido através da curva média específica de qualidade.

wi=peso unitário do i-ésimo parâmetro atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade (0 a 1).

3. Resultados e Discussão

Temperatura

Os valores médios e desvio padrão de temperatura registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 1 e figuras 2 e 4.

Tabela 1. Resultados do parâmetro Temperatura (°C) nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	Temperatura							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	26,24±0,04	26,86±0,03	25,16±0,02	25,60±0,05	26,26±0,03	25,95±0,01	25,55±0,02	25,45±0,01
Seca	27,24±0,05	25,86±0,03	26,16±0,01	26,60±0,02	28,23±0,03	27,96±0,02	27,25±0,05	27,59±0,02
Test t	30,61	40,82	77,46	32,16	80,42	155,69	54,68	165,76
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de temperatura em todos os pontos ($p \leq 0,01$) tabela 1. O teste estatístico indicou a existência de diferenças significativas da temperatura entre a maioria dos pontos (ANOVA: $F=1058,28$; $p < 0,01$), exceto entre os pontos

1-5; 4-7 (Tukey $p > 0,05$) (Figura 3) no período de cheia. No período de seca o teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a temperatura da maioria dos pontos ($F=2366,14$; $p < 0,01$), exceto entre os pontos 1-7 (Tukey $p > 0,05$) (Figura 5).

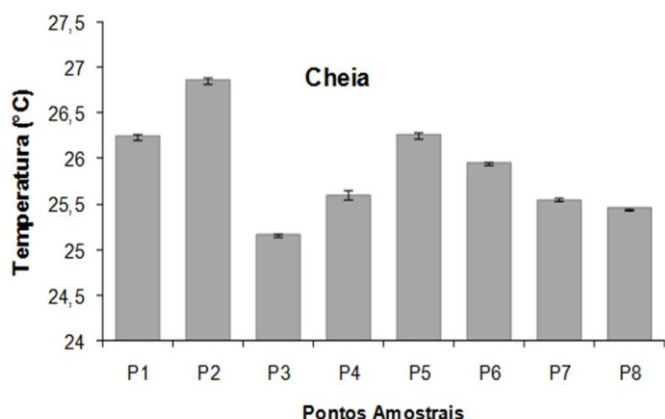


Figura 2. Valores médios de temperatura nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

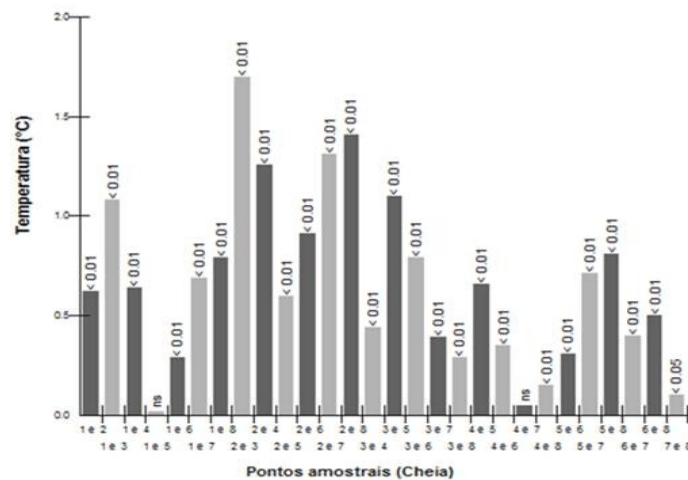


Figura 3. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável temperatura entre os pontos amostrais na cheia.

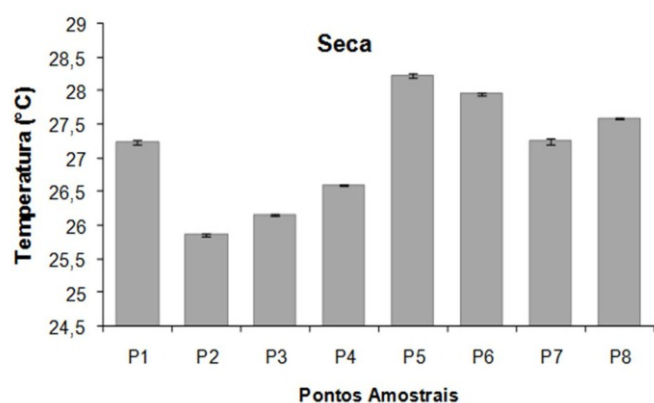


Figura 4. Valores médios de temperatura nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

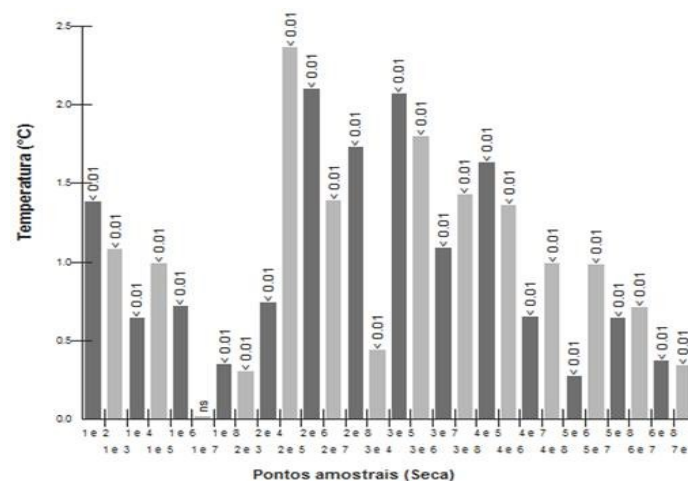


Figura 5. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável temperatura entre os pontos amostrais na seca.

A temperatura da água de corpos de água superficiais reflete fatores como clima, altitude, tipo e extensão de mata ciliar e contribuição de águas subterrâneas e efluentes (TUNDISI; MUTSUMURA-TUNDISI, 2008). Comparando as variações da temperatura da água nos dois períodos, observa-se que este parâmetro sofreu influência da sazonalidade em decorrência das maiores temperaturas do ar e da diminuição da lâmina d'água na estação seca, fato que favorece a difusão do calor. A Resolução

CONAMA 357/05 não estabelece um valor de temperatura para classificação do rio, entretanto estabelece que a temperatura para lançamento de efluentes em um corpo hídrico não deve ultrapassar 40°C.

Oxigênio Dissolvido

Os valores médios e desvio padrão de Oxigênio Dissolvido registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 2 e figuras 6 e 8.

Tabela 2. Resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	Oxigênio Dissolvido							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	3,90±0,03	3,71±0,12	3,67±0,11	3,74±0,09	3,40±0,05	3,66±0,08	2,07±0,06	3,47±0,07
Seca	4,69±0,10	4,42±0,38	4,48±0,22	5,08±0,02	4,71±0,3	3,53±0,57	4,38±0,42	3,96±0,34
test t	13,11	3,52	5,70	25,17	7,49	0,39	12,87	2,44
p	0,0002	0,0244	0,0047	<0,0001	0,0017	0,7334	0,0002	0,0708

O teste *t* demonstrou diferenças sazonais significativas de oxigênio dissolvido em todos os pontos ($p < 0,05$), com exceção dos pontos P6 e P8 ($p > 0,05$) (Tabela 2).

No período de cheia para o oxigênio dissolvido foi detectado diferenças significativas entre a maioria dos

pontos (ANOVA: $F=152.56$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 1-2; 1-4; 2-3; 2-4; 2-6; 3-4; 3-6; 3-8; 4-6; 5-8; 6-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 7). No período de seca não houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (Tukey $p > 0,05$), exceto entre os pontos 1-6; 2-6; 4-6; 4-8; 5-6 (ANOVA: $F=6.08$; $p=0.0017$) (Figura 9).

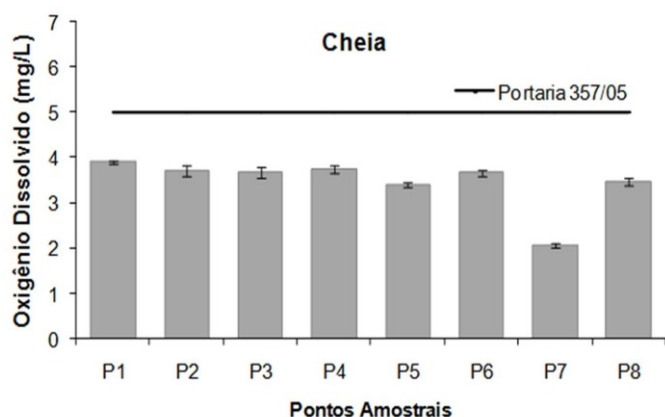


Figura 6. Valores médios de oxigênio dissolvido nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

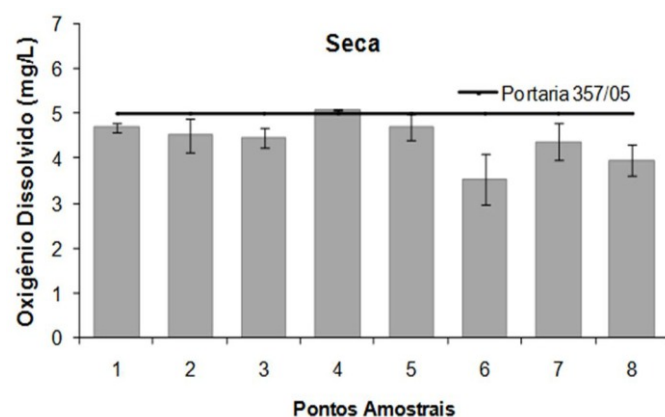


Figura 8. Valores médios de oxigênio dissolvido nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

As variações dos níveis de oxigênio dissolvido na água dependem diretamente do processo fotossintético, da respiração e da decomposição de matéria orgânica no meio aquático. Estes fenômenos dependem da intensidade da luz e da temperatura, que variam diariamente em regiões tropicais (ESTEVES, 2011).

Chapman e Kimstach (1992) mencionam que concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg.L^{-1} ameaçam o funcionamento e a sobrevivência da comunidade biológica e abaixo de 2 mg.L^{-1} podem levar à morte da maioria dos peixes. Apesar dos valores de oxigênio registrados neste estudo em várias ocasiões apresentam valores abaixo de $4,0 \text{ mg/L}$ não foi observada a mortalidade de peixes, pois as espécies dos rios da bacia Amazônica apresentam adaptações morfofisiológicas que possibilitam a sobrevivência em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (LOWER MCCONELL, 1999).

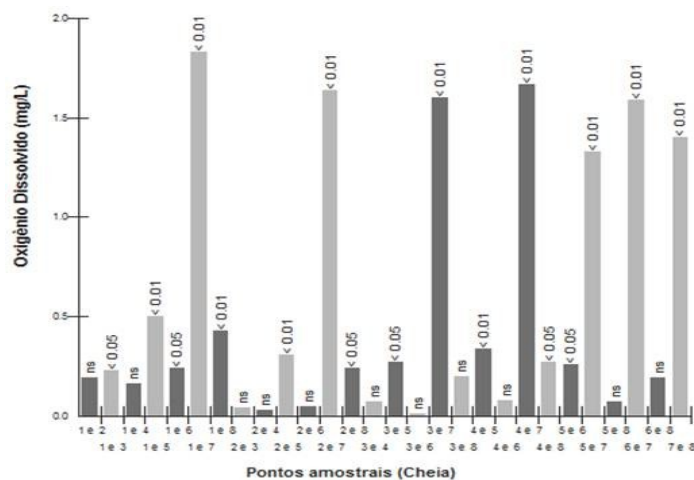


Figura 7. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Oxigênio Dissolvido entre os pontos amostrais na cheia.

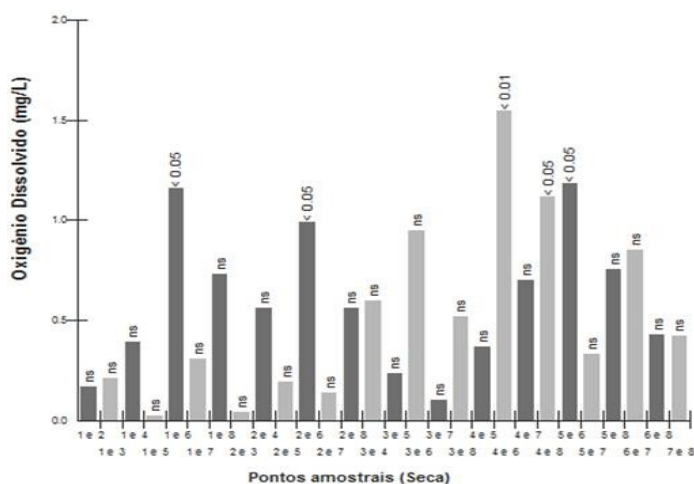


Figura 9. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Oxigênio Dissolvido entre os pontos amostrais na seca.

No período de cheia observou-se que ocorreram as menores concentrações de OD, esta variações, provavelmente, deveram-se ao maior aporte de material orgânicos para dentro do rio, o que aumentou o consumo deste parâmetro na decomposição biológica. Os valores das concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram-se fora do valor permitido pela legislação vigente (RES. 357/2005 CONAMA) em ambos os períodos de cheia e seca. No entanto, estes resultados estão de acordo com Esteves (2011) que pondera que corpos hídricos de regiões tropicais apresentam, na maioria dos casos, fortes déficits de oxigênio. Em termos podemos dizer que quando maior o volume de matéria orgânica lançado em um determinado rio, maior será o consumo de oxigênio provocado neste, isto é, maior será a proliferação de bactérias, maior a atividade total de respiração e maior, por conseguinte, a demanda de oxigênio.

Turbidez

Os valores médios e desvio padrão de Turbidez registrados no período de cheia e seca estão

demonstrados na tabela 3 e figuras 10 e 12. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de turbidez em todos os pontos ($p < 0,01$) tabela 3.

Tabela 3. Resultados do parâmetro Turbidez (UNT) nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	Turbidez							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	6,97±0,05	6,76±0,13	4,80±0,05	4,59±0,02	4,83±0,02	2,84±0,01	2,96±0,01	2,97±0,04
Seca	2,36±0,06	2,01±0,02	2,36±0,04	1,46±0,11	2,26±0,11	0,99±0,08	2,38±0,07	4,36±0,02
test t	102,23	97,00	66,00	47,55	39,81	39,74	14,40	53,83
p	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01

No período de cheia houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (ANOVA: $F=1724.03$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 3-5; 6-7; 6-8; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (Figura 11). No período de seca, o teste

ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=771.47$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 1-3; 1-5; 1-7; 3-5; 3-7; 5-7 (Tukey $p > 0,05$) (Figura 13)

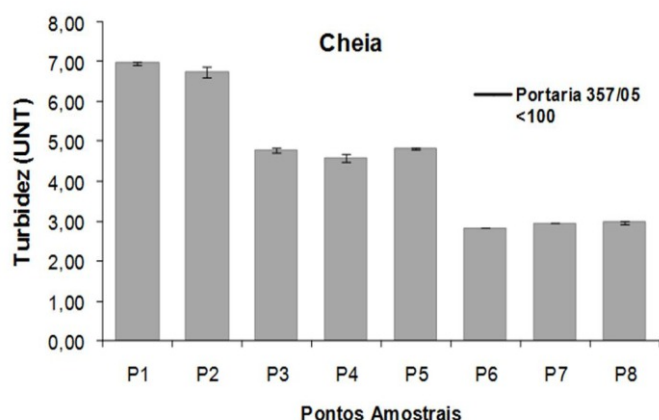


Figura 10. Valores médios de turbidez nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

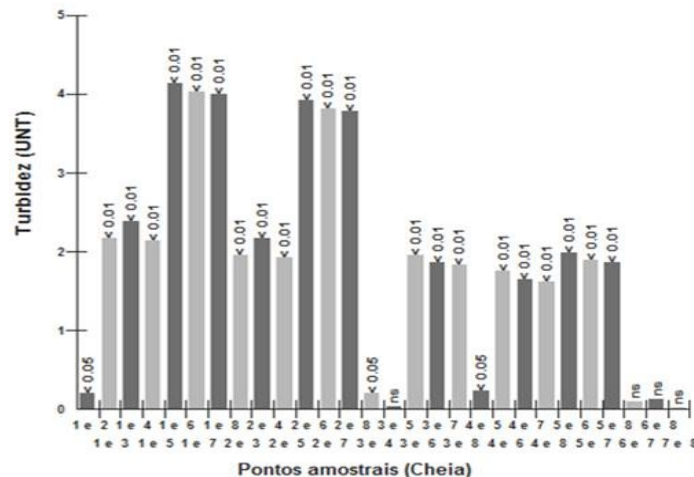


Figura 11. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Turbidez entre os pontos amostrais na cheia.

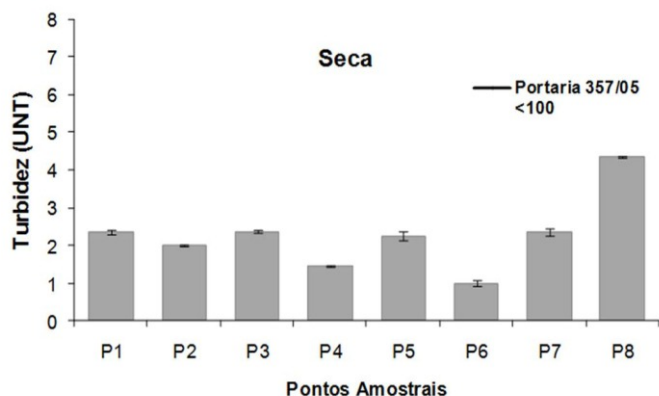


Figura 12. Valores médios de turbidez nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

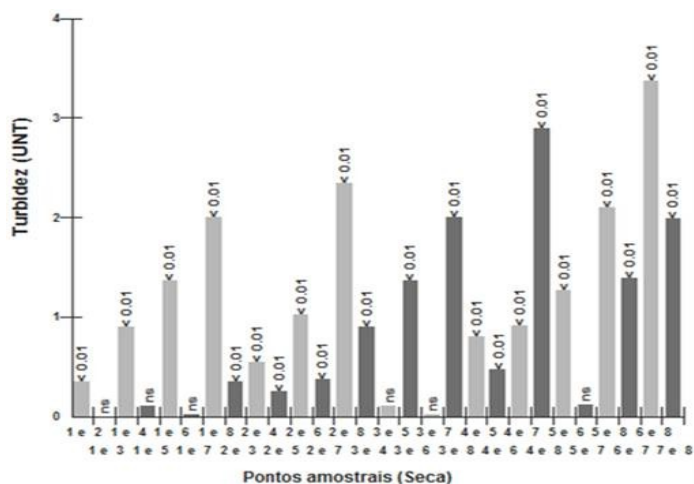


Figura 13. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Turbidez entre os pontos amostrais na seca.

Para Carvalho (1994) o transporte de sólidos pode causar, pelas partículas em suspensão, a degradação da qualidade de água para os usos humanos (consumo, atividade industrial e agrícola, além da recreação), além de impedir a penetração da luz e calor, reduzindo a atividade da fotossíntese necessária à salubridade dos corpos de água e alterar a vida aquática.

No presente estudo, todos os pontos apresentaram valores de turbidez abaixo do limite de detecção (100 UNT) estabelecido pelo CONAMA (RESOLUÇÃO N°

357/2005, Água doce tipo II), estando os valores dentro do permitido pela legislação, o que demonstra uma boa condição desse corpo hídrico.

pH

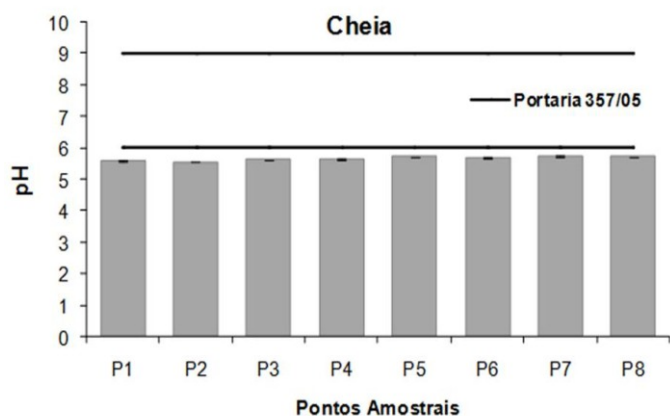
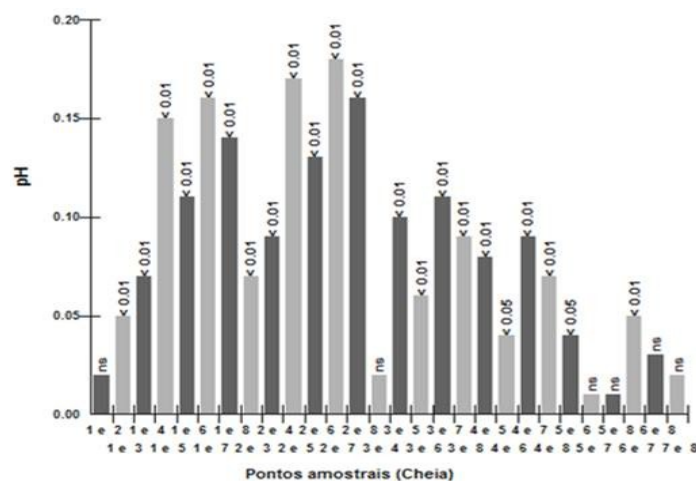
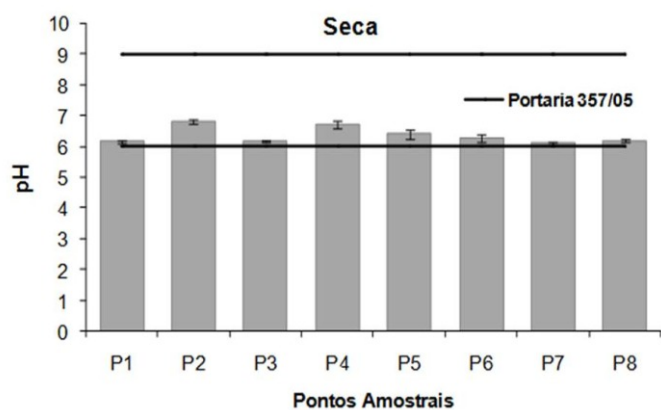
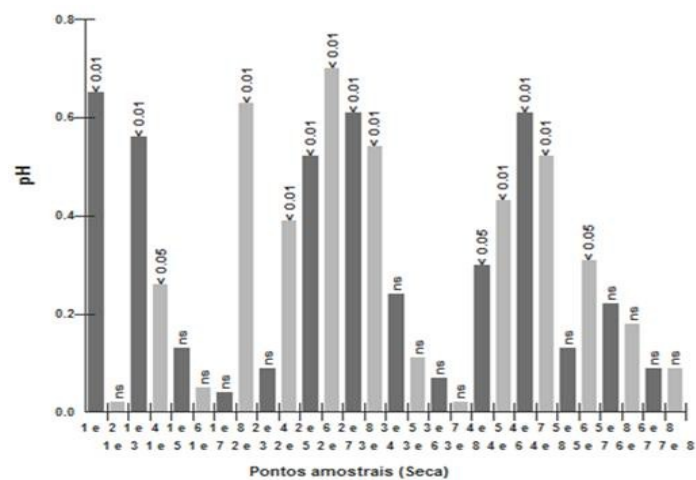
Os valores médios e desvio padrão de pH registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 4 e figuras 14 e 16. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de pH em todos os pontos ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados do parâmetro pH nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	pH							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	5,58±0,02	5,56±0,01	5,63±0,01	5,65±0,01	5,73±0,01	5,69±0,01	5,74±0,01	5,72±0,01
Seca	6,16±0,03	6,81±0,07	6,18±0,04	6,72±0,13	6,42±0,15	6,29±0,12	6,11±0,04	6,20±0,05
test t	30,29	33,65	23,10	14,21	7,95	8,63	15,54	16,30
p	<0.01	<0.01	<0.01	0,0049	0,0154	0,0132	<0.01	<0.01

No período de cheia, houve diferenças significativas do pH entre a maioria dos pontos (ANOVA: $F=103.32$; $p<0.01$), exceto entre os pontos 1-2; 3-4; 5-7; 5-8; 6-8; 7-8 (Tukey $p>0,05$) (Figura 15). No período de seca o

teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=26.39$; $p<0.01$), exceto entre os pontos 1-3; 1-6; 1-7; 1-8; 2-4; 3-5; 3-6; 3-7; 3-8; 5-6; 5-8; 6-7; 6-8; 7-8 (Tukey $p>0,05$) (figura 17).

**Figura 14.** Valores médios de pH nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.**Figura 15.** Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável pH entre os pontos amostrais na cheia.**Figura 16.** Valores médios de pH nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.**Figura 17.** Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável pH entre os pontos amostrais na seca.

Segundo Esteves (2011), os cursos d'água situados na Floresta Amazônica geralmente acusam pH ácido, variando de 3,80 a 4,90. O fato de as águas amazônicas apresentarem características de acidez não indica, necessariamente, um sinal de poluição, mas sim de uma realidade diferente em função das características do próprio bioma (ESTEVES, 2011).

Na presente análise, o pH das amostras verificadas nos dois períodos estavam levemente ácidos, com alguns valores inferiores ao mínimo recomendado pela resolução, no período de cheia. Este parâmetro pode estar relacionado, principalmente, ao aporte de ácidos

orgânicos (húmicos e fúlvicos) gerados na transformação de resíduos vegetais, como restos de galhos e folhas nos períodos de cheia e às atividades biológicas, no período seca, como a fotossíntese e respiração (ESTEVES, 2011).

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

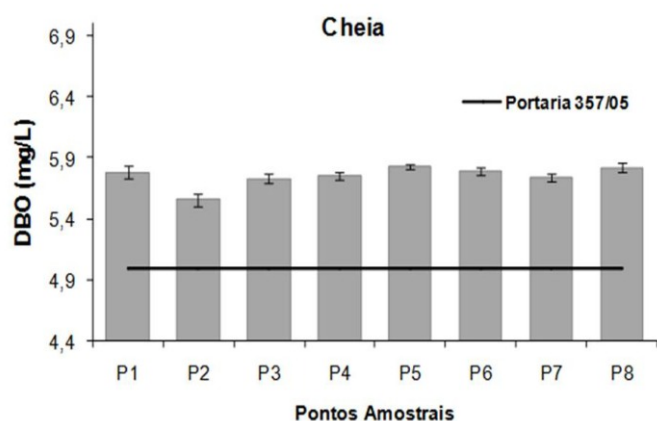
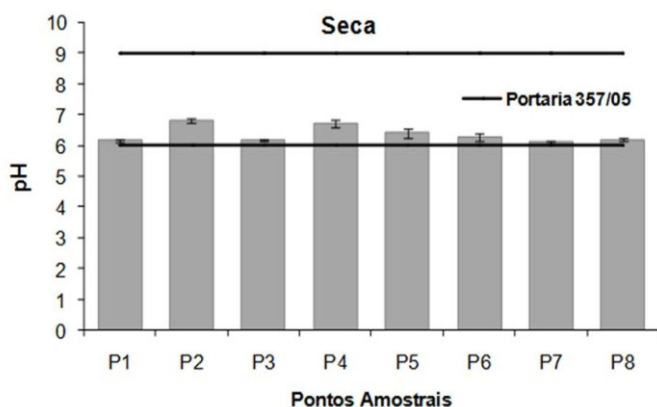
Os valores médios e desvio padrão de DBO registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 5 e figuras 18 e 20. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de DBO em todos os pontos ($p<0,01$) tabela 5.

Tabela 5. Resultados do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	Demanda Bioquímica de Oxigênio							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	5,78±0,05	5,56±0,05	5,73±0,04	5,75±0,03	5,83±0,02	5,79±0,03	5,74±0,03	5,82±0,04
Seca	3,63±0,06	3,41±0,04	3,43±0,03	3,45±0,05	3,53±0,03	3,49±0,01	3,55±0,01	3,53±0,06
test t	47,68	58,16	79,67	68,32	110,49	125,98	119,95	55,00
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

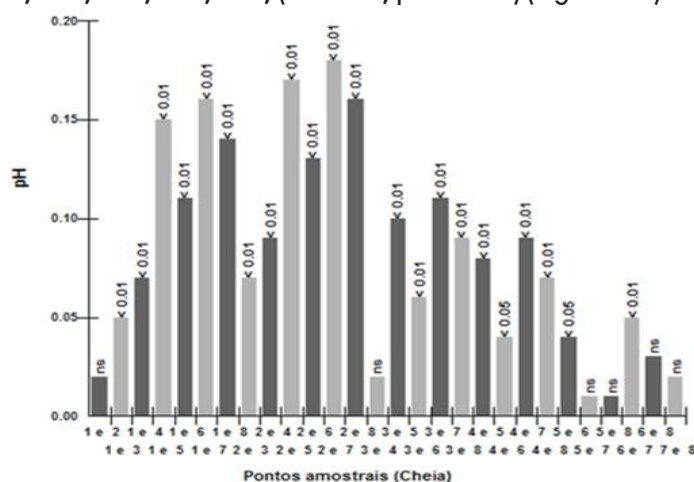
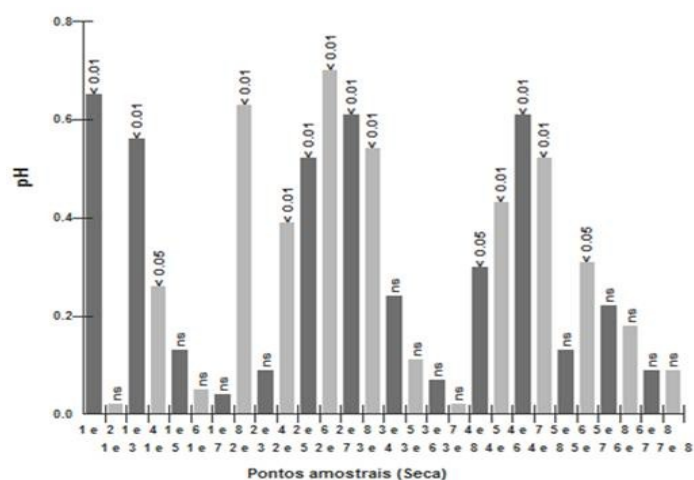
No período de cheia não houve diferenças significativas da DBO entre a maioria dos pontos (Tukey $p>0,05$), exceto entre os pontos 1-2; 2-3; 2-4; 2-5; 2-7 2-8 (ANOVA $F=15.29$; $p<0.01$) (Figura 19). No

período de seca o teste ANOVA demonstrou não haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos (Tukey $p>0,05$), exceto entre os pontos 1-2; 1-3; 1-4; 1-6; 2-5; 2-7; 2-8; 3-7; (F=9.47; $p<0.000$) (figura 21).

**Figura 18.** Valores médios de DBO nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.**Figura 20.** Valores médios de DBO nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio que é consumida pela respiração aeróbia na oxidação da matéria orgânica nutriente existente no meio e constitui um elemento de fundamental importância em todo estudo ou medida que tenha por objetivo a preservação das condições ecológicas dos mananciais de água e a proteção de sua fauna e flora (MUCCI *et. al.*, 2004). A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2004).

No presente estudo, a Demanda Bioquímica de Oxigênio não ultrapassou o limite no período de seca

**Figura 19.** Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável DBO entre os pontos amostrais na cheia.**Figura 21.** Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável DBO entre os pontos amostrais na seca.

estabelecido pela legislação que determina DBO até 5mg/L para águas doces tipo 2. Segundo a Agência Nacional de Águas, (2005), os rios amazônicos são ricos em matéria orgânica e substâncias húmicas. Tudo indica que tal comportamento da quantidade de matéria orgânica carbonácea presente no rio em estudo é, também, uma questão de realidade hídrica diferente em uma região ainda pouco estudada.

Sólidos Totais

Os valores médios e desvio padrão de Sólidos Totais registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 6 e figuras 22 e 24.

Tabela 6. Resultados do parâmetro Sólidos Totais nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal Triunfo.

	Sólidos Totais							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	111±14,99	125±12,64	105±5,13	101±10,11	87±15,15	85±2,02	150±27,27	152±4,09
Seca	65±2,00	83±2,00	45±3,00	38±1,00	28±0,06	50±1,00	21±2,00	25±1,00
test t	6,58	6,73	17,64	16,38	10,97	26,98	16,30	52,08
p	0,0028	0,0025	<0.01	<0.01	0,0082	<0.01	<0.01	<0.01

O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de sólidos totais em todos os pontos ($p < 0,01$) tabela 6. No período de cheia não houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (Tukey $p > 0,05$), exceto entre os pontos 1-8; 2-6; 3-7; 3-

8; 4-7; 4-8; 5-7; 5-8; 6-7; 6-8 ($F = 10,51$; $p < 0,000$) (figura 23). No período de seca houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (ANOVA $F = 454,05$; $p < 0,01$), exceto entre os pontos 5-8; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 25).

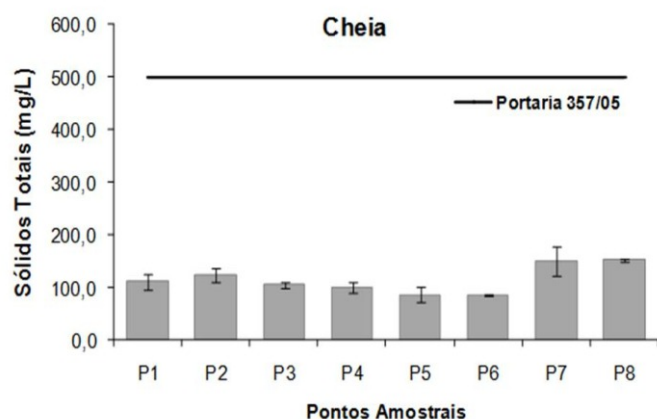


Figura 22. Valores médios de sólidos totais nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

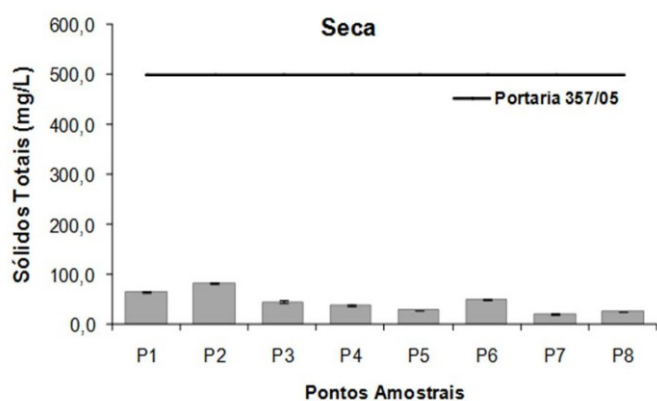


Figura 24. Valores médios de sólidos totais nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

Sólidos totais é o material que permanece como resíduo da evaporação durante a secagem de 103 a 105°C (SAWYER; MCCARTY, 1994). Podem ser diferenciados em dissolvidos, suspensos, fixos e voláteis, e são compostos por uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos.

A concentração de sólidos nos rios está relacionada com a precipitação, trechos de corredeiras, tipologia da vegetação, pedologia, topografia, e com uso e ocupação do solo da bacia e os possíveis impactos antrópicos causados, como ocupação desordenada do solo e atividades agrícolas, os quais contribuem para

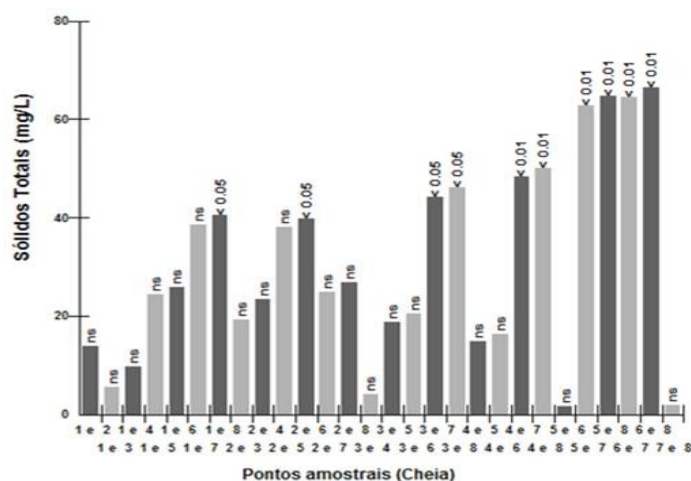


Figura 23. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Sólidos Totais entre os pontos amostrais na cheia.

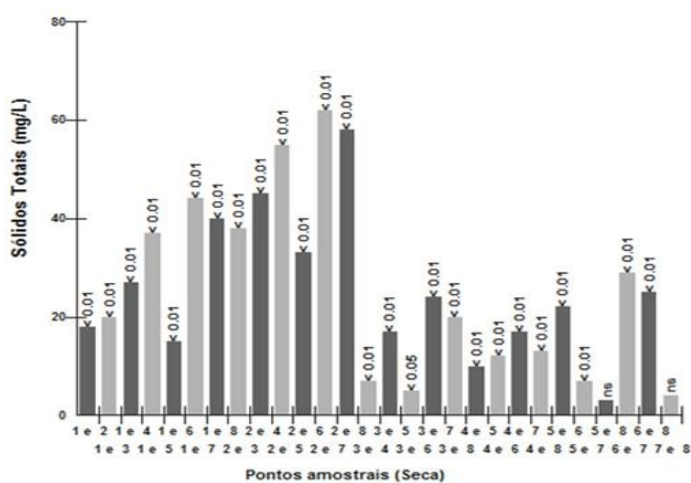


Figura 25. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Sólidos Totais entre os pontos amostrais na seca.

processos erosivos e lançamento de efluentes, os quais resultam no aporte de partículas (MARINELLI et al, 2000).

Para Carvalho (1994) o transporte de sólidos pode causar, pelas partículas em suspensão, a degradação da qualidade de água para os usos humanos (consumo, atividade industrial e agrícola, além da recreação); além de impedir a penetração da luz e calor, reduzindo a atividade da fotossíntese necessária à salubridade dos corpos de água e alterar a vida aquática. Para os recursos hídricos, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem

se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes (CETESB, 2010).

Em relação aos sólidos totais, as concentrações verificadas foram abaixo do que estabelece a legislação vigente (RESOLUÇÃO N°357/2005 CONAMA) para sólidos dissolvidos (fração de sólidos

totais) em todos os pontos.

Fosfato

Os valores médios e desvio padrão de Fosfato registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 7 e figuras 26 e 28. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de fosfato em todos os pontos ($p < 0,05$) tabela 7.

Tabela 7. Resultados do parâmetro Fosfato nos oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal.

	Fosfato							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	0,10±0,01	0,16±0,02	0,21±0,01	0,19±0,01	0,21±0,01	0,29±0,01	0,20±0,01	0,15±0,01
Seca	0,25±0,01	0,13±0,01	0,09±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01	0,10±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01
test t	22,00	2,77	18,50	28,28	23,50	28,00	33,94	24,75
p	<0.0001	0,0501	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

No período de cheia houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (ANOVA $F=81.25$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 2-4; 2-8; 3-4; 3-5; 3-6; 3-7; 4-5; 4-7; 5-7 (Tukey $p > 0,05$) (figura 27). No período de

seca o teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=432.98$; $p < 0.0001$), exceto entre os pontos 4-5; 4-7; 5-7; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 29).

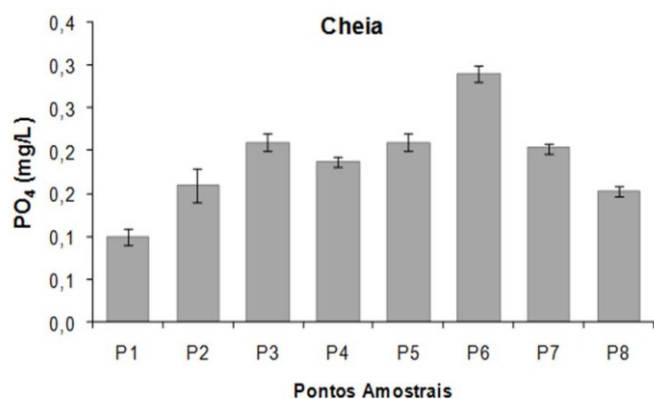


Figura 26. Valores médios de fosfato nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

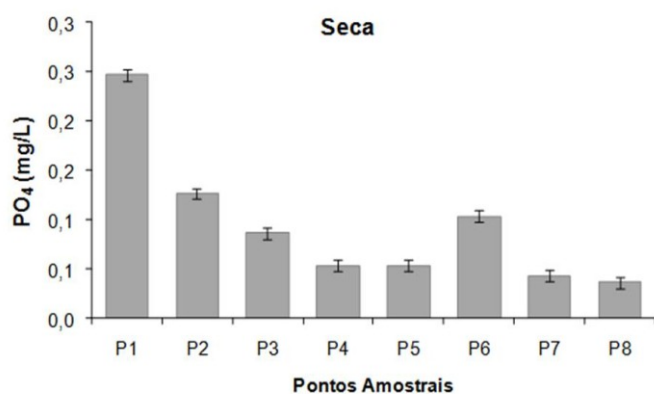


Figura 28. Valores médios de fosfato nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

Esteves (2011) ressalta que todas as formas de fósforo presentes em águas naturais referem-se a fosfatos e que para estudos limnológicos o ortofosfato (P-orto, também referido como fosfato inorgânico dissolvido ou fosfato reativo) tem a maior relevância, visto que constitui a principal forma de fosfato

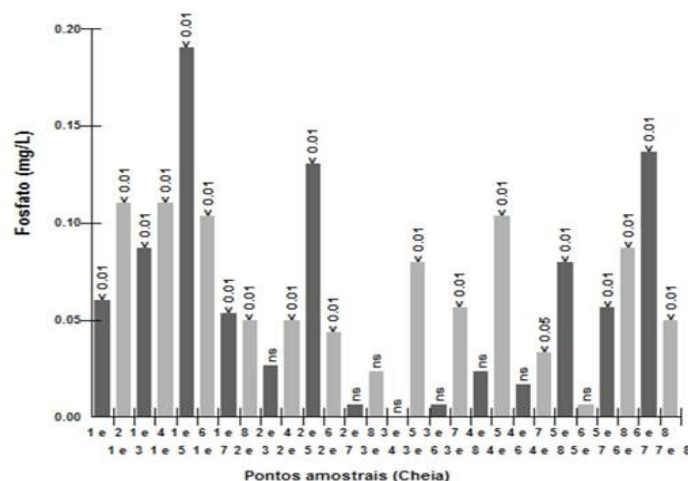


Figura 27. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Fosfato entre os pontos amostrais na cheia.

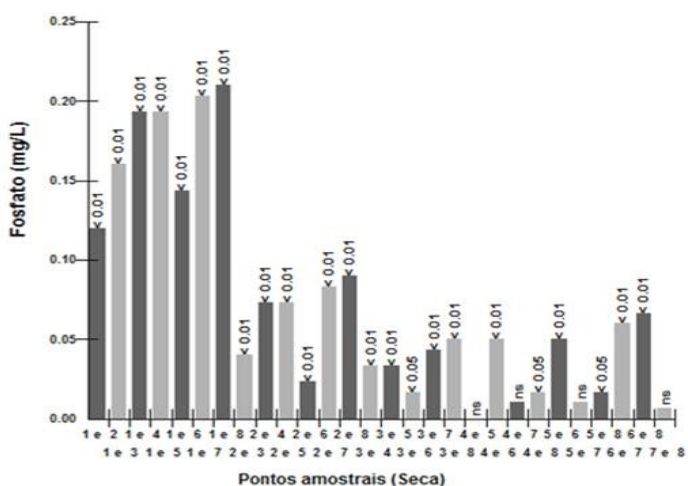


Figura 29. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Fosfato entre os pontos amostrais na seca.

assimilada pelas células vegetais.

O fosfato é essencial para o crescimento dos organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, podendo constituir como um fator limitante para a produção primária. Seu excesso, porém, causa eutrofização de lagos, levando a uma

diminuição na biodiversidade do ambiente (BAUMGARTEN; POZZA, 2001).

Deve-se considerar que, em geral, as concentrações de fósforo em ambientes aquáticos naturais são baixas e, que as principais fontes de fosfato para os ambientes aquáticos são as rochas da bacia de drenagem, seguido de material particulado da atmosfera e decomposição de organismos de origem alóctone, concentração de água da chuva e atividades urbanas (ESTEVES, 2011). Além disso segundo o mesmo autor, deve ser considerado que a presença de P-orto na água depende também da densidade e da atividade de organismos, especialmente fitoplânctônicos e de macrófitas aquáticas, os quais, durante a fotossíntese, podem assimilar grandes

quantidades destes íons.

As concentrações de fósforo verificadas foram abaixo do que estabelece a legislação vigente (RESOLUÇÃO Nº357/2005 CONAMA) apesar da presença de comunidades ribeirinhas ao redor da reserva que contribui com a presença deste nutriente na água.

Nitrato

Os valores médios e desvio padrão de nitrato registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 8 e figuras 30 e 32. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de nitrato em todos os pontos ($p < 0,05$), com exceção dos pontos P3, P4, P7 e P8 ($p > 0,05$) tabela 8.

Tabela 8. Resultados do parâmetro Nitrato oitos pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal.

	Nitrato							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	0,03±0,01	0,06±0,01	0,04±0,01	0,06±0,01	0,07±0,01	0,05±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
Seca	0,09±0,01	0,08±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01
test t	8,5	3,5	0,50	1,00	5,5	3,67	2,12	0,71
p	0,0010	0,0249	0,6433	0,3739	0,0053	0,0213	0,1011	0,5185

No período de cheia o teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=22.33$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 1-3; 1-6; 1-7; 1-8; 2-3; 2-4; 2-5; 2-6; 3-4; 3-6; 4-5; 4-6; 5-6; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 31). No período de seca o

teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=36.70$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 1-2; 3-4; 3-5; 3-6; 3-7; 5-6; 5-7; 5-8; 6-7; 6-8; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 33).

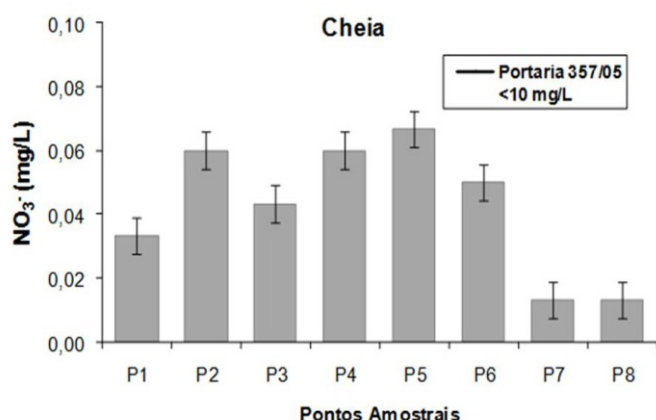


Figura 30. Valores médios de nitrato nos oitos pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

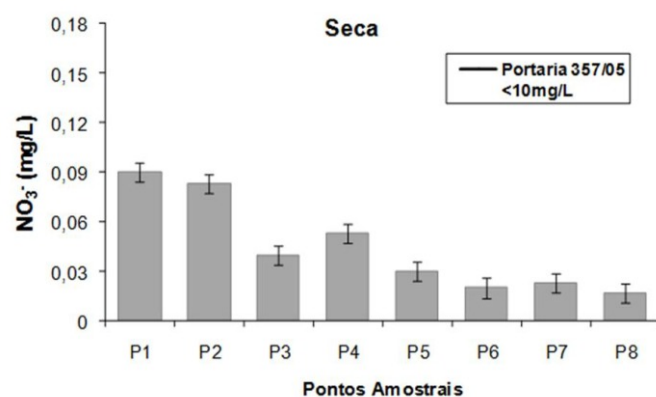


Figura 32. Valores médios de nitrato nos oitos pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

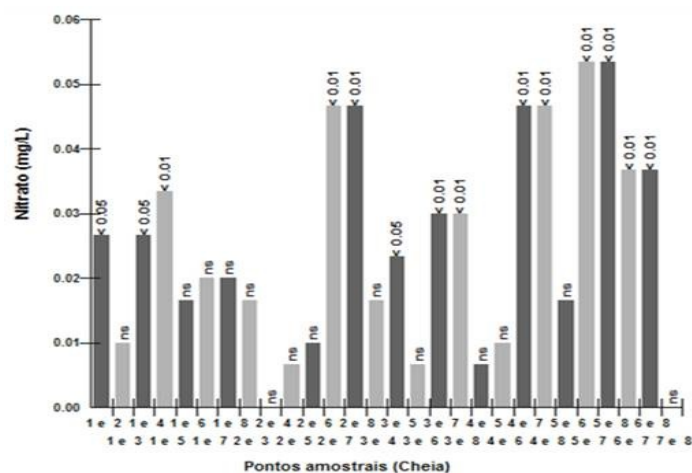


Figura 31. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Nitrato entre os pontos amostrais na cheia.

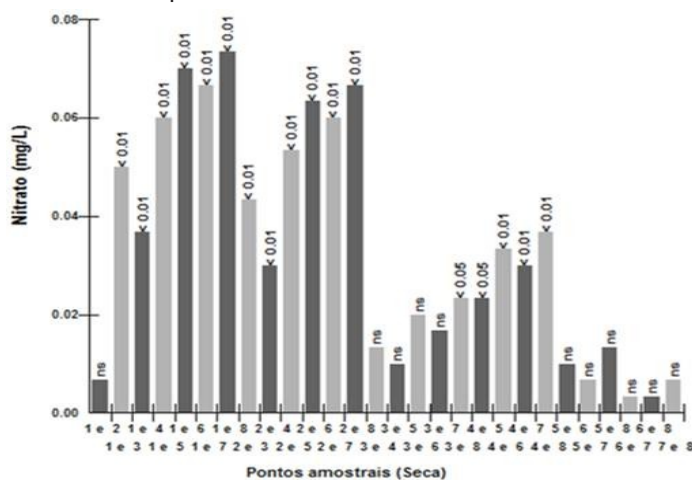


Figura 33. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Nitrato entre os pontos amostrais na seca.

O nitrato (NO_3^-) é a principal forma de ocorrência de Nitrogênio (N) na água, sendo possível sua presença nas águas naturais superficiais. Nelas, as concentrações se situam normalmente entre 0 e 18 mg/L, e variam com a estação do ano, podendo aumentar quando o rio é alimentado por aquíferos ricos em nitratos. O nitrato é fixado por plantas durante o seu crescimento, reduzindo sua concentração na água (HOUNSLOW, 1995; WHO, 1993).

O nitrato é resultante da oxidação completa dos compostos orgânicos nitrogenados a partir da atividade aeróbica das bactérias. Altas concentrações deste nutriente indicam maiores aportes de matéria orgânica. Em regiões tropicais onde prevalecem as altas temperaturas há uma aceleração dos processos de degradação desta matéria, levando a elevados índices de N-nitrato, tornando o ambiente eutrofizado (SODRÉ, 2007).

De acordo com Baird (2002), uma das principais fontes

de nitrato na água é o escoamento que ocorre de terras agrícolas para rios e riachos, além da oxidação do nitrogênio reduzido (para nitrato) presente na matéria orgânica decomposta no solo pelo efeito da aeração e da umidade. Concentrações de nitrato superiores a 5 mgL^{-1} demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrogênio-nitrato são dejetos humanos e animais.

Os valores do Nitrato encontrados no estudo em conformidade com a legislação vigente (RES.357/2005 CONAMA).

Coliformes Termotolerantes

Os valores médios e desvio padrão de nitrato registrados no período de cheia e seca estão demonstrados na tabela 9 e figuras 34 e 36. O teste t demonstrou diferenças sazonais significativas de coliformes termotolerantes em todos os pontos ($p < 0,01$) tabela 9.

Tabela 9. Resultados do parâmetro Coliformes em oito pontos amostrais, sazonalmente, na RPPN Seringal.

	Coliformes termotolerantes							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Cheia	14±1,00	19±2,00	27±3,00	31±4,00	28,67±4,5	56±6,11	51±4,5	53±8,0
Seca	517±28,29	62±2,09	82±46,19	65±5,00	74,00±4,00	367±28,87	776±25	367±28,87
test t	69,24	21,04	26,42	9,20	13,03	18,22	49,14	18,14
p	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,0008	0,0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001

No período de cheia houve diferenças significativas entre a maioria dos pontos (ANOVA: $F=37.13$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 1-2; 1-3; 2-3; 2-4; 2-5; 3-4; 3-5; 4-5; 6-7; 6-8; 7-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 35).

No período de seca o teste ANOVA demonstrou haver diferenças significativas entre a maioria dos pontos ($F=976.10$; $p < 0.01$), exceto entre os pontos 2-4; 3-5; 4-5; 6-8 (Tukey $p > 0,05$) (figura 37).

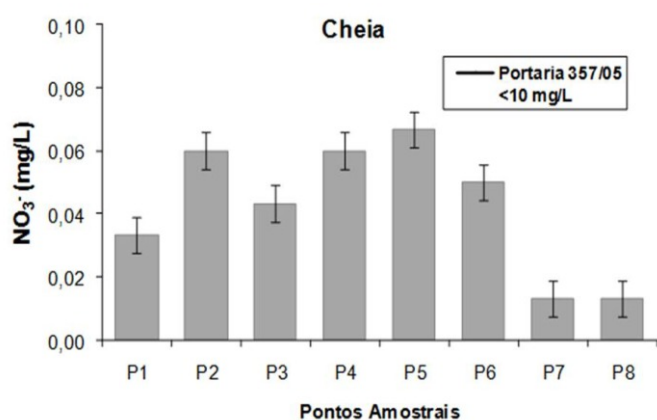


Figura 34. Valores médios de coliformes fecais nos oito pontos amostrais no período de cheia de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

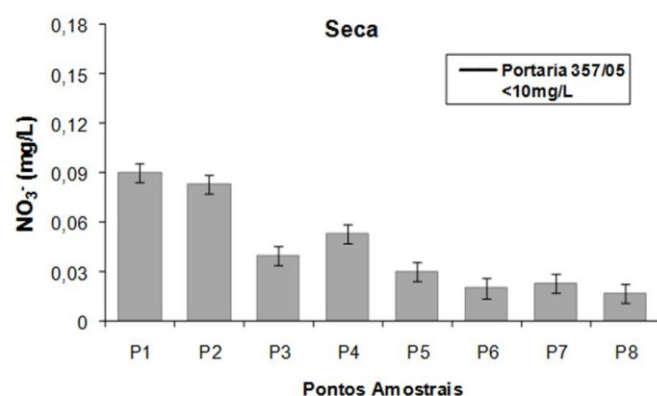


Figura 36. Valores médios de coliformes fecais nos oito pontos amostrais no período de seca de monitoramento do rio Araguari na RPPN Seringal Triunfo.

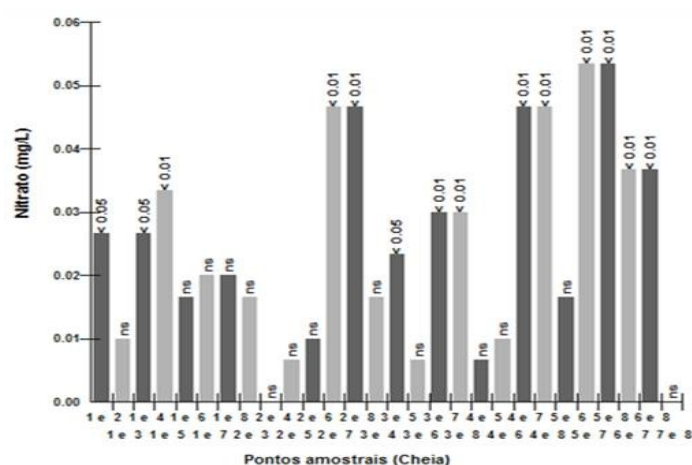


Figura 35. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Coliformes Fecais entre os pontos amostrais na cheia.

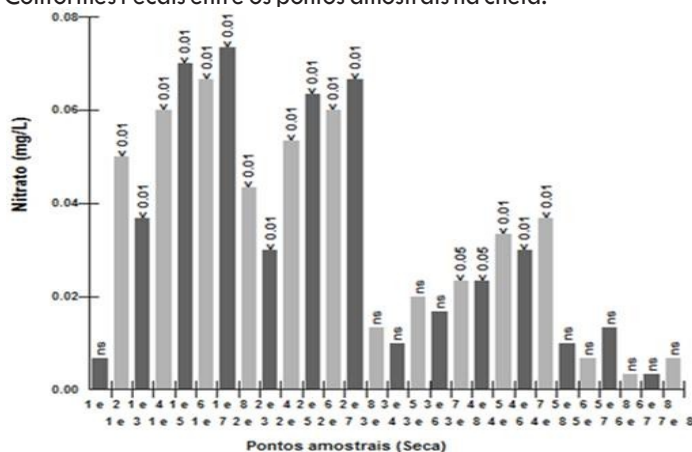


Figura 37. Valores de probabilidade do teste ANOVA da variável Coliformes Fecais entre os pontos amostrais na seca.

A avaliação microbiológica da qualidade da água pode ser realizada através da identificação de bactérias indicadoras de contaminação fecal, do grupo coliforme. Os coliformes termotolerantes, são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais, caracterizados pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás no prazo de 24 horas a 44,5°C. Os Coliformes termotolerantes incluem a *Escherichia coli* e espécies dos gêneros *Klebsiella* e *Enterobacter* que apresentam característica de termotolerância (POPE et al, 2003). Desses, apenas a *E. coli* tem presença garantida nas fezes, humanas e animais homeotérmicos com percentuais em torno de 96 a 99%. Os demais gêneros participam com percentuais que variam entre 3 e 8% em fezes animais a 3 a 4% em fezes humanas. A *Klebsiella* e *Enterobacter* comumente são isolados de ambientes não poluídos por matéria fecal como solo, vegetais e ambientes aquáticos naturais. Estes microrganismos quando detectados em uma amostra de água fornecem evidência direta de contaminação fecal recente, e por sua vez podem indicar a presença de patógenos entéricos (POPE et al,

2003).

A sobrevivência de bactérias fecais, uma vez liberados no ambiente aquático, é determinada por vários fatores ambientais, tais como variações de temperatura, salinidade, níveis de oxigênio, deficiências nutricionais, predação e irradiação ultravioleta (MCFETERS e SINGH 1991; DAVIES et al. 1995; HUGHES 2003; CRAIG et al. 2004).

Todos os pontos apresentaram valores de coliformes fecais legalmente permitidos que atendem à resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2 do ponto de vista microbiológico.

Índice de qualidade da água- IQA

O Índice de Qualidade da Água (IQA) classificou as águas do trecho monitorado como qualidade “média” em todos os pontos no período de cheia, e qualidade “bom e médio” no período de seca (tabela 9 e figura 38).

O teste t mostrou que houve diferença significativa ($t=2,9335$; $p=0,0109$) de IQA entre o período de cheia e seca.

Tabela 9. Resultados do IQA %, sazonalmente nos pontos estudados e sua classificação.

		PONTOS AMOSTRAIS							
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Período de Cheia	IQA %	69,23	67,34	66,32	66,78	65,45	68,85	56,00	64,17
	Classificação	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
Período de Seca	IQA %	66,17	73,70	76,64	76,60	74,64	64,58	66,19	71,04
	Classificação	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Bom

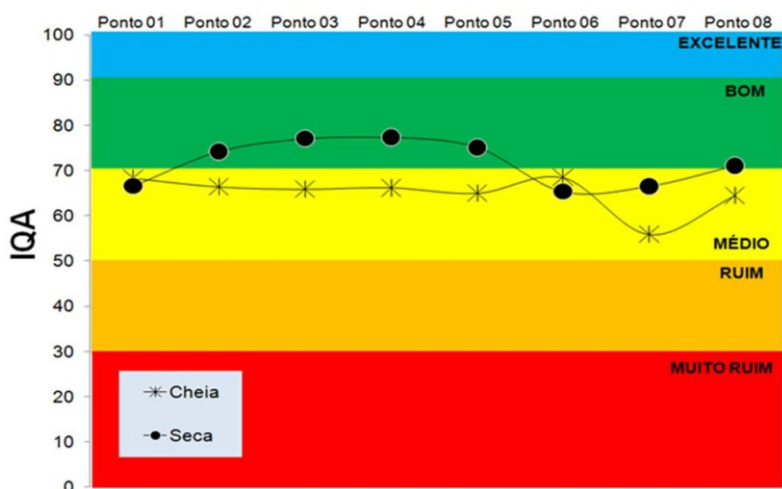


Figura 38. Valores médios do IQA obtidos nos oito pontos amostrais no período de cheia e seca.

Os índices de qualidade da água são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia da tendência de evolução da qualidade ao longo tempo, permitindo comparação entre diferentes cursos d'água (PORTO, 1991).

Com relação ao IQA, houve diferenças significativas nas médias dos dois períodos estudados. Entretanto, observa-se que o aumento de concentração de coliforme e DBO e a baixa concentração de oxigênio

dissolvido contribuíram para o baixo IQA no período de cheia, enquanto que as altas concentrações de coliformes, baixas concentrações de oxigênio e baixo pH originaram um alto no valor do IQA no período de estiagem contribuíram por um maior valor de IQA.

De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), o monitoramento das águas superficiais se torna fundamental, à medida que possibilita o acompanhamento da qualidade da água por meio de dados resumidos, podendo indicar possível

deterioração dos recursos hídricos e as prováveis causas destes impactos na bacia hidrográfica ao longo de tempo (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Atualmente, 11 estados brasileiros utilizam o IQA como indicador da condição dos corpos d'água (Amapá, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, São Paulo e Rio grande do Sul), além do Distrito Federal. Essas 12 unidades da Federação representam cerca de 60 % da população do país, e os dados de monitoramento englobam 7 das 12 regiões hidrográficas brasileiras (Atlântico Sul, Paraguai, Atlântico Sudoeste, São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Amazônica), segundo informações do Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil, publicado pela Agência Nacional das Águas, em 2005.

Takiyama et al (2003) ressalta que é importante mencionar que o IQA talvez não reflita desvios com relação às características do ambiente natural. Através dos resultados obtidos, observa-se que o comportamento sazonal nos valores de alguns parâmetros seja em função de mudanças no clima, pluviosidade e da hidrodinâmica das áreas de estudo. E segundo o mesmo autor, é necessário rever o conceito do modelo do IQA para possíveis adaptações. Entretanto, em seus estudos em áreas de ressaca no estado do Amapá em locais com alta densidade de ocupação humana pôde-se notar que o IQA serviu para indicar a deteriorização da qualidade da água.

Silva et al. (2001), realizou estudo da qualidade dos recursos hídricos superficiais do Setor Costeiro Estuarino do estado do Amapá basendo-se nos dados obtidos pelos programas de monitoramento conduzidos pela SEMA e IEPA, os quais empregam o Índice de Qualidade da Água – IQA, desenvolvido pela National Sanitation Fundation – USA, e que representa a influência de esgotos sanitários, nutrientes, matéria orgânica e sólidos na qualidade das águas superficiais.

4. Conclusão

De forma geral, o estudo mostrou que a qualidade da água da Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo pode ser considerada de nível médio, em função de atividades desenvolvidas de forma ambientalmente incorretas, como ocupação humana desordenada no entorno da RPPN, lançamento de dejetos nos rio, atividades agropastoris, dentre outros. As variações sazonais podem ser creditadas a pluviometria diferenciada da área.

O número de coliformes fecais na água, apesar dos valores baixos encontrados, foi um dos fatores que mais contribuiu para a queda do índice de qualidade das águas durante os períodos de estudo, devido ao seu peso de 15% no cálculo do IQA. Os parâmetros que não atenderam a resolução CONAMA 357/05, no estudo foram o oxigênio dissolvido, pH e DBO, mas os valores que mais contribuiram para as mudanças nos valores do

IQA foram o número de coliformes termotolerantes, DBO, pH e oxigênio dissolvido.

5. Referências Bibliográficas

- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21ª edição, 2005.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. Rio Grande: FURG, 2001. 166 p.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Recursos Hídricos: Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1997. p. 1 – 8.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357/2005, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Oficial da União, 18 de março de 2005, p.58-63.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. CPRM, Rio de Janeiro - RJ, 1994, 372p.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004/CETESB**. São Paulo: CETESB. 2004. 264 p.
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Variáveis de Qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81uas-superficiais/109-Vri%C3%A1eis-de-Qalidade-das-%C3%81uas>>. Acesso em: dez. 2010.
- CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. The selection of water quality variables. In: Chapman, D. (Org.), **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Edition, Cambridge: University Press. 1992. p.51-117.
- CRAIG, DL, FALLOWFIELD, HJ, e CROMAR, NJ. Use of microcosms to determine persistence of Escherichia coli in recreational coastal water and sediment and validation with in situ measurements. **Jornal & Applied Microbiology**, v. 96, p. 922-930, 2004.
- DAVIES, C. M., et al. **Survival of fecal microorganisms in marine sediments and freshwater**. Applied Environmental Microbiology, v.1, p.1888-1896, 1995.
- DRUMMOND, J. A. L. **Atlas de Unidades de Conservação do Amapá Macapá - AP**, 2006.
- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ªed. Rio de Janeiro 2011. Interciência. 826p.
- HOUNSLOW, A. **Water quality data: analysis and interpretation**. Boca Raton: Lewis Publishers: 1995. pp.1-16; 45-62.
- HUGHES, K. A. **Influence of seasonal environmental variables on the distribution of presumptive fecal coliforms around a research station in Antarctica**. Applied Environmental Microbiology, v. 69, p. 4884-4891, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES SOCIAISE ECONÔMICAS-IBASE. 2006. **Água: Bem público em unidades de conservação**. Disponível em: http://www.ibase.br/userimages/ap_ibase_agua_01c.pdf
- INMET – INSTITUTO Nacional de Meteorologia apresenta dados históricos sobre clima das principais cidades brasileiras. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 05 mar. 2012.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Edusp, São Paulo-SP, 1999, 535p.
- MARINELLI, C. E.; MORETTO, E. M.; BRUCHA, G.; LUCCA, J. V. Cap. 11-Limonologia. In: **A Bacia hidrográfica do Rio Monjolinho**, Espindola et al., 2000.
- MCFETERS, G. A., e SINGH, A. **Effects of stress on the aquatic environment in enteric bacteria**. The Journal of Applied

- Applied Bacteriology, v.66, p.559-569, 1991.
- MOULTON, T. P. 1999. **Biodiversity and ecosystem functioning in conservation of rivers and streams**. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 9: 573-578.
- MUCCI, J. L. N.; SOUZA, A.; VIEIRA, A. M. Estudo ecológico do Parque Guaraciaba em Santo André – São Paulo, **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9 -n. 1. 2004.
- POPE, M. L; et al. **Assessment of the Effects of Holding Time and Temperature on Escherichia coli Densities in Surface Water Samples**. Appl Environ Microbiol. October; 69(10): 6201–6207, 2003.
- PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.
- SÁ-OLIVEIRA, J. C.; VASCONCELOS, H. C. G.; PEREIRA, S. W. M.; ISAAC-NAHUM, V. J.; TELES-JUNIOR, A. P. Caracterização da pesca no Reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy Nunes, Ferreira Gomes, Amapá-Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 83-96, 2013.
- SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L. **Chemistry for Environmental Engineering**. 4th. ed. United States of America: McGraw-Hill, Inc., 1994.
- SEMAD. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA)**. Belo Horizonte. 2005.
- SILVA, A. Q.; SODRÉ, S. S. V.; COSTA, W. J. P. **Relatório da qualidade ambiental dos recursos hídricos da região sul do Amapá (bacias do rio Jari até o rio Vila Nova) – 2000**. Macapá: MMA/PPG-7/GEA/SEMA, 2001. 59 p.
- SODRÉ, Silvana do Socorro Veloso. **Hidroquímica dos lagos Bolonha e Água Preta mananciais de Belém-Pará**. 2007 114 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais).
- TAKIYAMA, L. R. ; SILVA, A. Q. da (orgs.). **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA**, 2003, p.81-104.
- TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v.59, n. 1, p. 181-186. 2002.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. 2º.Ed. Geneve: WHO, 1993. v.1–Recommendations. pp.1–15; 39–57. v.2–Health criteria and other supporting information. pp.1-18; 82-86; 121–130; 195–201; 254–266; 325-326; 370-372; 383-385.
- ZHOU, T.; WU, J.; PENG, S. Assessing the effects of landscape pattern on river water quality at multiple scales: a case study of the Dongjiang River watershed, China. **Ecological Indicators**, Maryland Heights, v. 23, p. 166-175, 2012.